

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Die klinische Beurteilung der Herzgröße

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Manfred Hutzler
aus
Neumarkt i. d. Opf.

1969

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke

Referent: Prof. Dr. J. Schmidt

Korreferent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 2. 1969

Sonderdruck aus
„Archiv für Kreislaufforschung“
Band 56, Seite 26–41, 1968
Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. C. Korth)

Die klinische Beurteilung der Herzgröße

Von M. MEYTHALER, M. HUTZLER, P. GRÜTZNER und J. SCHMIDT

Mit 4 Abbildungen und 11 Tabellen

(Eingegangen am 12. Juli 1967)



Die Volumenbestimmung des Herzens ist eine einfache und brauchbare klinische Untersuchungsmethode geworden. In Zweifelsfällen und wenn Zahlen die Beurteilung stützen sollen, wird der Arzt die übliche Thoraxaufnahme als Informationsquelle über die Herzgröße verlassen müssen und nach der Volumengröße des Herzens fragen. Die Bestimmung des Herzvolumens mit Hilfe des Röntgenbildes erbringt eine Zahl, und sogleich stellt sich die Frage, was diese Zahl denn eigentlich besage. Wo liegen die Grenzen des Normalen und welche Korrelationen sind für eine klinische Beurteilung der ermittelten Herzgröße vonnöten?

Auf Grund einiger Ergänzungen der üblichen Methode einer Herzvolumenbestimmung soll diesen Fragen erneut nachgegangen werden.

Eigene Untersuchungen (MEYTHALER u. Mitarb.) ergaben, daß die eine Ergänzung, nämlich der konstante Abstand des zu Untersuchenden vom Film, wegen der unterschiedlichen Thoraxbreite Schwankungen bis zu über 5%, die andere Ergänzung, nämlich die Einführung eines individuellen Korrektionsfaktors, eine Schwankungsbreite von über 10% und die Benutzung des Herzphasenschalters eine Ungenauigkeit von über 5% vermeiden kann. Die Unsicherheiten können sich im gegebenen Falle aufheben – und das ist häufig der Fall – oder summieren. Auch bei Berücksichtigung der genannten Ergänzungen bleiben noch genügend Unsicherheiten, und daher sollten alle vermeidbaren auch tatsächlich vermieden werden, es sei denn, der Aufwand zu ihrer Vermeidung würde zu groß.

Mit der von uns vorgeschlagenen Methode wurde das Herzvolumen bei 81 Gesunden und bei 49 Kranken bestimmt und der Versuch unternommen, die Normgröße des gesunden Herzens zu ermitteln und ihre Korrelationen ausfindig zu machen (A), die Korrelationen des Volumens eines kranken Herzens zu finden (B), das Herzvolumen und die Herzfläche (im Sagittalbild) zu vergleichen (C) und Beziehungen zwischen dem Herzvolumen im Liegen und Stehen zu finden (D).

Die eigenen Untersuchungen sollten nach Möglichkeit auf den bisherigen Ergebnissen der Bemühungen um eine klinisch relevante Beurteilung der Herzgröße aufbauen und nicht methodische Neuerungen einführen. Es wurden daher die bereits bewährten Verfahren übernommen [vgl. zumal die von ROHRER und von KAHLSTORF entwickelten und von LILJESTRAND u. Mitarb., KJELLBERG u. Mitarb., MUSSHOF und REINDELL (1956 und 1957) modifizierten].

A. Das Herzvolumen und seine Korrelation bei Gesunden

1. Die Normgröße des gesunden Herzens

Es wurden 81 gesunde Männer und Frauen untersucht. Alle Untersuchten fühlten sich wohl und waren voll leistungsfähig; keine klinische Untersuchungsmethode (auch nicht

*) Herrn Prof. Dr. C. KORTH zum 65. Geburtstag gewidmet.

das Röntgenbild und das Ekg) erbrachte Hinweise auf eine Herzerkrankung; der Blutdruck war normal. Die Probanden wurden nach Geschlecht und Trainingszustand in 4 Gruppen eingeteilt (vgl. Tab. 1): Männer und Frauen mit normaler Leistungsfähigkeit, Sportstudenten und Sportstudentinnen des 1. Semesters, die ein mehrwöchiges, intensives Training absolviert hatten.

Tab. 1. Alter und Durchschnittsalter von 29 gesunden Männern, 21 gesunden Frauen, 22 Sportstudenten und 9 Sportstudentinnen.

	Männer	Frauen	Sportstudenten	Sportstudentinnen
Alter:	17—57 Jahre	16—56 Jahre	19—27 Jahre	19—24 Jahre
mittleres Alter:	27,5 Jahre	29,2 Jahre	22,7 Jahre	21,0 Jahre

Die Ergebnisse der Bestimmung des absoluten Herzvolumens bei den Herzgesunden zeigt die Tab. 2: Männer haben ein größeres Herz als Frauen, Trainierte ein größeres Herz als Untrainierte; das Training führt bei den Männern zu einer stärkeren Größenzunahme des Herzens (um 9%) als bei den Frauen (um 6%). Die Mittelwerte für das Herzvolumen von Männern und Frauen sind ein wenig höher als bei den meisten anderen Untersuchern [ROHRER, KAHLSTORF, LUDWIG, LILJESTRAND u. Mitarb., KJELLBERG u. Mitarb., MAUREA u. Mitarb., MUSSHOF u. Mitarb. (1958), REINDELL u. Mitarb. (1967)]. BRAUN allerdings fand noch größere Herzvolumina: bei Männern im Durchschnitt von 784 cm³, bei Frauen von 649 cm³.

Tab. 2. Die Größe des absoluten Herzvolumens bei Männern und bei Frauen mit normaler körperlicher Leistungsfähigkeit und bei Sportstudenten und Sportstudentinnen. n = Anzahl der Untersuchten, σ = mittlere quadratische Abweichung, $\pm \epsilon \bar{x}$ = mittlere Streuung des Mittelwertes, $\bar{x} \pm 2\sigma$ = Streubreite des absoluten Herzvolumens.

	Anzahl n	mittleres absolutes Herzvolumen in cm ³	σ	$\pm \epsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2\sigma$
Männer	29	766,4	79	14,6	608,4 — 924,4
Frauen	21	578	88,8	19,3	400,4 — 755,6
Sportstudenten	22	836	98	20,9	640 — 1032
Sportstudentinnen	9	612	29,35	9,8	553,3 — 670,7

2. Das korrelierte Herzvolumen bei Herzgesunden

Es geht allein um leicht anwendbare und brauchbare Korrelationen (DIETLEN, KAHLSTORF, NYLIN, LUDWIG, KJELLBERG, u. Mitarb., BJÖRK, RAUTMANN, ROSKAMM, REINDELL, MUSSHOF und KÖNIG, REINDELL, KÖNIG und ROSKAMM). Die Korrelationsfindung wird vor allem dann handlich, wenn etwa zur Ermittlung der O₂-Aufnahme eine Tabelle benutzt werden kann, wie sie z. B. von REINDELL u. Mitarb. (1967) für die durchschnittliche O₂-Aufnahme von Männern und Frauen in den verschiedenen Altersabschnitten und verschiedenen Belastungsstufen angegeben worden ist. Die Benutzung einer solchen Tabelle ist durchaus gerechtfertigt, da der O₂-Verbrauch bei einer definierten Belastung und unter Berücksichtigung des Alters und des Trainingszustandes vergleichbar ist. Es versteht sich von selbst, welche Ersparnis an Untersuchungs- und Arbeitsaufwand die Benutzung eines solchen Nomogramms bedeutet.

Die folgenden Tabellen zeigen die Korrelation des Herzvolumens zum Körpergewicht (Tab. 3), zur Körperoberfläche (Tab. 4) und zum O₂-Puls bei Belastungen von 60 Watt (Tab. 5a), 100 Watt (Tab. 5b), 150 Watt (Tab. 5c) und 200 Watt (Tab. 5d).

Tab. 3. Der Quotient Herzvolumen/Körpergewicht bei gesunden Männern, Frauen, Sportstudenten und -studentinnen.

	Herzvolumen/Körpergewicht (cm ³ /kg)				Zahl n
	$\bar{x}$	σ	$\pm \varepsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2 \sigma$	
Männer	10,2	0,95	0,176	8,3 — 12,1	29
Frauen	9,57	1,02	0,22	7,53 — 11,61	21
Sportstudenten	11,04	1,1	0,234	8,84 — 13,24	22
Sportstudentinnen	10,19	0,6	0,2	8,99 — 11,39	9

Tab. 4. Der Quotient Herzvolumen/Körperoberfläche bei gesunden Männern, Frauen, Sportstudenten und -studentinnen.

	Hervolumen/Körperoberfläche (cm ³ /m ²)				Zahl
	$\bar{x}$	σ	$\pm \varepsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2 \sigma$	
Männer	396,1	34,8	6,45	326,5 — 465,7	29
Frauen	350	39,06	8,3	271,9 — 428,13	21
Sportstudenten	430	39,2	8,3	351,6 — 508,4	22
Sportstudentinnen	363,4	15,1	5	333,2 — 393,6	9

Tab. 5. Der Quotient Herzvolumen/Sauerstoffpuls während einer Belastung (Fahrradergometer) von 60 Watt (a), von 100 Watt (b), von 150 Watt (c) und von 200 Watt (d) bei gesunden Männern und Frauen und bei Sportstudenten und -studentinnen.

a)						b)					
	H.V./O ₂ Puls 60 W cm ³ /cm ³ O ₂ /min					H.V./O ₂ Puls bei 100 W					
	n	$\bar{x}$	σ	$\pm \varepsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2 \sigma$	n	$\bar{x}$	σ	$\pm \varepsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2 \sigma$	
Männer	—	—	—	—	—	11	66,0	7,03	2,1	52—80	
Frauen	16	80,23	11,87	2,96	56,5—104	14	61,37	8,22	2,19	45—77,8	
Sportstudenten	—	—	—	—	—	21	70,7	9,32	1,54	52—89,3	
Sportstudentinnen	—	—	—	—	—	8	61,84	5,88	2,14	60—73,6	
c)						d)					
	H.V./O ₂ Puls 150 W					H.V./O ₂ Puls 200 W H.					
	n	$\bar{x}$	σ	$\pm \varepsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2 \sigma$	n	$\bar{x}$	σ	$\pm \varepsilon \bar{x}$	Streubreite $\bar{x} \pm 2 \sigma$	
Männer	19	57,23	5,08	1,16	47 — 67,4	4	53,51	2,9	1,45	47,4—59	
Frauen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Sportstudenten	—	—	—	—	—	21	53,36	6,02	1,31	41,3—65,4	
Sportstudentinnen	8	51,14	3,36	1,22	44,4—57,9	—	—	—	—	—	

n = Anzahl der Untersuchten, $\bar{x}$ = Mittelwert, σ = mittlere quadratische Abweichung, $\pm \varepsilon \bar{x}$ = Streuung der Mittelwerte, $\bar{x} \pm 2 \sigma$ = Streubreite des Quotienten.

Tab. 6. Bei 31 herzkranken Männern wurde der Grad von Sicherheit zu ermitteln versucht, mit der eine krankhafte Vergrößerung des Herzens aus dem absoluten Herzvolumen, dem Quotienten Herzvolumen/Körpergewicht, dem Quotienten Herzvolumen/Körperoberfläche und dem Herzleistungsquotienten festgestellt werden kann. Mit + sind Befunde gekennzeichnet, die außerhalb, mit — diejenigen, die innerhalb der Streubreite für die Normgröße des Herzens liegen. Die Häufigkeit der mit den einzelnen Verfahren als sicher krankhaft erkennbaren Befunde ist jeweils in % angegeben (Trefferquote).

Nr.	Name	Herz- volu- men	H. V. / Ge- wicht	H.V./ Ober- fläche	H.V.-Leistungsquotient	Diagnose
1.	F. M.	+	+	+	+	Zustand nach Myocarditis
2.	B. J.	—	+	+	+	Komb. Aortenvitium
3.	Z. R.	+	+	+	nicht belastbar	Komb. Aortenvitium (de- kompensiert)
4.	D. K.	—	—	—	+	Panzerherz, Zust. n. Ope- ration 1965
5.	R. J.	—	—	+	+	Alterserkrankung d. Her- zens, Hypertonie
6.	S. M.	—	—	+	nicht belastbar	Alterserkrank. d. Herzens,
7.	G. L.	—	—	—	+	Hypertonie
8.	D. G.	+	+	+	Beinverletzung	Cor pulmonale
9.	K. L.	+	—	+	+	Hypertonie
10.	R. R.	+	+	+	+	Hypertonie
11.	R. F.	+	+	+	nicht belastbar	Herzinfarkt 1965
12.	H. P.	—	—	—	kein steady state	Cor pulmonale
13.	B. G.	+	+	+	nicht belastbar	Alterserkrank. d. Herzens
14.	F. R.	+	+	+	kein steady state	Myocarditis
15.	G. P.	+	+	+	+	Hypertonie
16.	R. V.	+	+	+	+	Hypertonie
17.	E. J.	—	+	—	kein steady state	Cor pulmonale
18.	S. H.	—	+	—	+	Herzinfarkt 1964
19.	K. G.	—	+	+	—	Herzinfarkt 1964
20.	N. H.	+	+	+	+	Mitralstenose
21.	P. G.	+	+	+	+	Komb. Aortenvitium
22.	M. J.	+	—	+	+	Alterserkrank. d. Herzens
23.	D. G.	+	+	+	+	Alterserkrank. d. Herzens
24.	F. J.	—	+	+	nicht belastbar	Alterserkrank. d. Herzens, Leberzirrhose
25.	H. L.	+	+	+	+	Alterserkrank. d. Herzens
26.	S. H.	+	+	+	+	Hypertonie
27.	M. E.	—	—	—	+	Leberzirrhose
28.	L. W.	+	+	+	+	Alterserkrank. d. Herzens
29.	K. W.	+	+	+	+	Aortenstenose
30.	N. H.	+	+	+	kein steady state	Vorhofseptumdefekt
31.	S. H.	—	+	+	+	Alterserkrank. d. Herzens, Leberzirrhose

Anzahl der Unter-
suchten:

31

31

31

21 + 4 Patienten ohne steady state = 25

Untersuchte mit ver-
größertem Herzen:

19

23

25

20 + 4 Patienten ohne steady state = 24

Trefferquote bei
krankhaft vergrößertem
Herzen in %:

61%

74%

81%

95%

Die *Korrelationen zum Körpergewicht* (Tab. 3) und zur *Körperoberfläche* (Tab. 4) zeigen sehr gut, daß die Werte bei Männern höher liegen als bei Frauen und bei Trainierten höher als bei Untrainierten; d. h. die Männer haben nicht nur ein absolut größeres, sondern auch ein relativ größeres Herz als die Frauen und die Trainierten ein relativ größeres als die Untrainierten.

Tab. 7. Bei 18 herzkranken Frauen wurde das absolute Herzvolumen, der Quotient Herzvolumen/Körpergewicht, der Quotient Herzvolumen/Körperoberfläche und der Herzleistungsquotient bestimmt. Die außerhalb der Streubreite des Normalen liegenden Werte sind mit +, die innerhalb der Streubreite der Normalwerte fallenden mit — gekennzeichnet. Die Zahl der sicher als krankhaft vergrößert erkennbaren Herzen ist bei jeder Methode in % angegeben.

Nr.	Name	Herz- volumen	H.V./ Gewicht	H.V./ Oberfläche	H.V.-Leistungsquotient	Diagnose
1.	D. E.	+	+	+	+	Kombinierter Mitralfehler
2.	R. M.	—	+	+	nicht belastbar	reine Mitralkstenose
3.	W. B.	+	+	+	+	Mitralkstenose, Zustand n. Operation 1958
4.	L. E.	+	—	+	+	Cor pulmonale
5.	P. A.	—	—	+	+	Alterserkrank. d. Herzens
6.	G. G.	—	—	+	+	Mitralkstenose, Zustand n. Operation 1965
7.	V. E.	—	—	—	kein steady state	Mitralkstenose, Zustand n. Operation 1964
8.	L. D.	+	+	+	+	Kombinierter Mitralfehler
9.	R. R.	+	+	+	+	Mitralkstenose
10.	K. A.	—	—	—	+	Zustand nach Herzinfarkt 1966
11.	M. M.	—	—	—	+	Hypertonie
12.	G. K.	—	+	+	—	Mitralkstenose, Zustand n. Operation 1965
13.	L. E.	+	+	+	konnte nicht rad- fahren	Mitralkstenose, Zustand n. Operation 1964
14.	R. H.	—	—	—	+	kombiniertes Aorten- vitium
15.	L. D.	+	+	+	kein steady state	Mitralkstenose, Zustand n. Operation 1966
16.	H. B.	+	+	+	konnte nicht rad- fahren	Vorhofseptumdefekt, Zu- stand n. Operation 1965
17.	S. M.	—	+	—	—	Hypertonie
18.	F. M.	+	—	+	+	Alterserkrank. d. Herzens
Anzahl der Untersuchten:		18	18	18	13 + 2 Patientinnen ohne steady state = 15	
Untersuchte mit vergrößertem Herzen in %:		9	10	13	11 + 2 Patientinnen ohne steady state = 13	
		50%	55,5%	72%	84,5%	

Die *Korrelation zum O₂-Puls* (Tab. 5) ergab die niedrigsten Werte in den höchsten Belastungsstufen. Dieses Verhalten ist selbstverständlich, da immer das

in Ruhe gemessene Herzvolumen zum Vergleich herangezogen wird. Vergleichbar sind allein Werte in den gleichen Belastungsstufen. Für den einzelnen Untersuchten aber entscheidet jener Wert, der sich ergibt, wenn das Herzvolumen zum *maximalen* O₂-Puls in Verbindung gesetzt wird; d. h. es kommt auf die „Ausbelastung“ des Untersuchten an. Ein Vergleich dieser unter maximaler Belastung erreichten Werte bei den einzelnen Untersuchungsgruppen ergibt die „schlechtesten“, weil größten Zahlen für die Frauen, die kleinsten für die Sportstudenten. Unter diesen schneiden die Studentinnen scheinbar besser ab als die Studenten; das liegt ganz wahrscheinlich daran, daß diese Studenten mit 200 Watt noch nicht ganz „ausbelastet“ waren.

B. Das Herzvolumen und seine Korrelation bei Herzkranken

Angesichts der verhältnismäßig großen Schwankungsbreite des korrelierten Herzvolumens (auch bei maximaler Belastung) interessiert den Kliniker nunmehr und vor allem, wie sich die Korrelationen zur Herzgröße bei Kranken verhalten und welche von diesen Korrelationen sich für die Beurteilung der Herzgröße am besten eignen.

Es wurden 49 Kranke untersucht, bei denen eine Herzerkrankung festgestellt und eine Vergrößerung des Herzschatens angenommen worden war. Zur Beurteilung der Herzgröße waren die in eigenen Untersuchungen gewonnenen Normalwerte und ihre Streubreiten zugrunde gelegt worden. Einige Kranke konnten wegen ihres schlechten Zustandes nicht einem Leistungstest unterzogen werden; bei anderen bestanden Hüft- oder Kniegelenksarthrosen; einige wenige sind noch nie in ihrem Leben Rad gefahren. Deshalb ist die Zahl derer, die mit Hilfe des Leistungstestes untersucht wurden, kleiner als die Gesamtzahl der Herzkranken, bei denen eine Herzvolumenbestimmung vorgenommen worden war. In 6 Fällen konnte keine Konstanz der Pulsfrequenz (keine „Ergotase“) erreicht werden.

Die Diskrepanz zwischen der Herzgröße und der körperlichen Leistungsfähigkeit ist aus den Tabellen 6 (Männer) und 7 (Frauen) zu ersehen. Nur bei einem Mann, der vor drei Jahren einen Herzinfarkt erlitten hatte, und bei 2 Frauen, von denen die eine vor 2 Jahren an einer Mitralklappenstenose operiert worden war und die andere einen Hypertonus hatte, war das Verhältnis von Herz-

Tab. 8. Das Ergebnis der in Tab. 6 und 7 erhobenen Befunde wird zusammenfassend dargestellt. Die Trefferquote sagt aus, in welcher prozentualen Häufigkeit bei den untersuchten herzkranken Männern und Frauen eine krankhafte Herzvergrößerung allein durch die Errechnung des absoluten Herzvolumens, allein durch die Ermittlung des Quotienten Herzvolumen/Körpergewicht, des Quotienten Herzvolumen/Oberfläche und des Quotienten Herzvolumen/maximaler Sauerstoffpuls festgestellt werden konnte.

	Herzvol.	Herzvol./ Gewicht	Herzvol./ Oberfl.	Herzvol./O ₂ -Puls
Gesamtzahl der Untersuchten:	49	49	49	34 + 6 Pat. ohne steady state = 40
Untersuchte mit vergrößertem Herzen:	28	33	38	31 + 6 Pat. ohne steady state = 37
Trefferquote:	57%	67%	77,5%	91%

volumen und O₂-Puls („Herzleistungsquotient“ ALLERÖDER und LANDEN, REINDELL u. Mitarb. 1958) noch im Bereich der Norm, während das Verhältnis von Herzvolumen zu Körpergewicht und (oder) Herzvolumen zu Körperoberfläche deutlich erhöht war.

Die Tab. 8 zeigt, in welcher Häufigkeit die Kenntnis der absoluten Herzgröße und ihrer Korrelationen geeignet ist, die Herzvergrößerung als eine krankhafte zu erweisen. In dieser Tabelle nimmt in der Folge von links nach rechts (absolutes Herzvolumen, Herzvolumen/Körpergewicht, Herzvolumen/Körperoberfläche, Herzleistungsquotient) die Treffsicherheit der einzelnen Methoden zu (57 bis 91%), und es besteht kein Zweifel: der Herzleistungsquotient ist um 34% ergiebiger als das absolute Herzvolumen. Die Frage nach dem Funktionszustand des Herzens ist überhaupt nur mit Hilfe dieser Methode zu beantworten; ein besonders großes Herz kann nämlich immer auch das gesunde Herz eines auf Ausdauer Trainierten sein.

C. Herzvolumen und Herzfläche (im Sagittalbild)

Immer wieder taucht die Frage auf, ob das Sagittalbild nicht doch geeignet sei, über einen ersten Eindruck hinaus etwas Verbindliches zur Herzgröße auszusagen. Auch in der vorliegenden Untersuchungsreihe ist daher diese immer dringlicher gestellte Frage des

Tab. 9. Bei 12 Gesunden und 8 Herzkranken wurde das absolute Herzvolumen und die Herzfläche (aus der posterior-anterioren Aufnahme nach der Ellipsenformel) bestimmt und der Quotient Herzvolumen/Herzfläche errechnet. Der Mittelwert, die mittlere quadratische Abweichung (σ) und die Streubreite sind ermittelt worden.

Nr.	Name	Herz- volumen cm ³	Herzfläche cm ²	Herzvol. Herzfläche	Geschlecht	Diagnose
1.	S. A.	776	157,4	4,92	Frau	gesund
2.	G. R.	473	116,05	4,07	Mann	gesund
3.	S. G.	927	172,0	5,39	Mann	gesund
4.	E. B.	803	147,6	5,44	Mann	gesund
5.	W. J.	585	161,24	3,63	Frau	gesund
6.	D. R.	490	113,4	4,32	Frau	gesund
7.	R. U.	483	120,4	4,01	Frau	gesund
8.	W. R.	954	191,1	4,99	Mann	gesund
9.	B. H.	553	139,4	3,96	Mann	gesund
10.	Z. H.	690	147,28	4,68	Mann	gesund
11.	M. R.	795	163,9	4,85	Mann	gesund
12.	S. H.	817	140,3	5,82	Mann	gesund
13.	W. E.	1526	209,31	7,29	Mann	Alterserkrank. d. Herzens
14.	Z. T.	560	128,9	4,34	Frau	Koronarinsuffizienz
15.	H. P.	758	130,0	5,83	Mann	Cor pulmonale
16.	S. G.	613	158,6	3,86	Frau	Cor pulmonale
17.	F. M.	930	166,6	5,58	Mann	Myocarditis
18.	L. E.	893	140,9	6,34	Frau	Cor pulmonale
19.	L. W.	1501	221,37	6,80	Mann	Alterserkrank. d. Herzens
20.	W. B.	1264	222,34	5,68	Frau	Mitralstenoseoperat. 1958

Mittelwert des Quotienten: 5,08

σ : 1,02

Streubreite: 3,04—7,12

Klinikers nochmals aufgeworfen worden (vgl. bei MORITZ, DIETLEN, HAMMER, ROHRER, KAHLSTORF, LILJESTRAND u. Mitarb., MUSSHOFF und REINDELL 1956). An 20 Herzgesunden und Kranken wurde geprüft, ob eine Korrelation zwischen der Größe des Herzvolumens und der Herzfläche des Sagittalbildes bestehe. Die Herzfläche wurde nach der Ellipsenformel

$$\frac{\pi}{4} \cdot l \cdot b$$

errechnet, das Herzvolumen in der von MEYTHALER u. Mitarb. ergänzten üblichen Weise bestimmt.

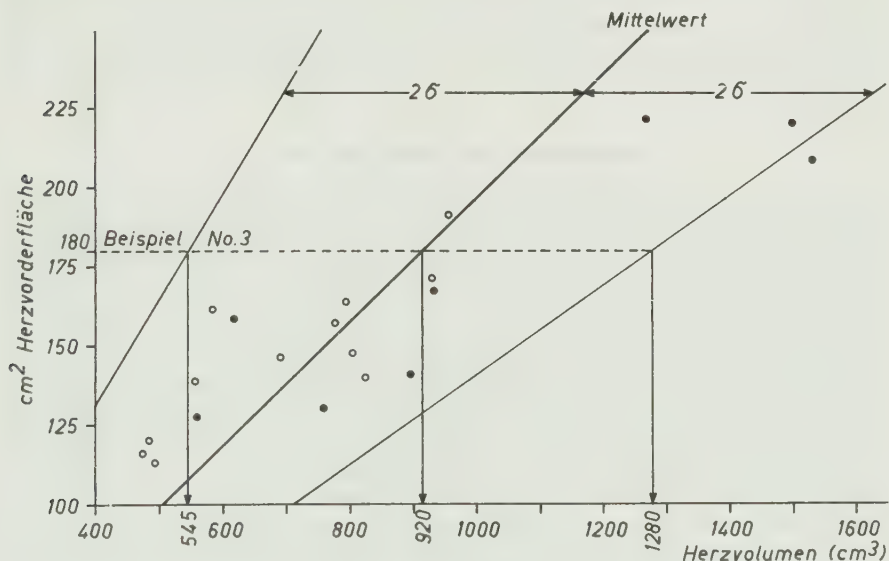


Abb. 1. Die Beziehung zwischen der sagittalen Herzfläche (in cm^2 , Ordinate) und dem Herzvolumen (in cm^3 , Abszisse) bei 20 herzkranken ($\bullet$) und herzgesunden ($\circ$) Männern und Frauen. Fett gezeichnet ist die Regressionsgrade, zart gezeichnet sind die Begrenzungslinien für die Streubreite (2σ).

Wenn zwischen dem Herzvolumen und der Herzfläche des Sagittalbildes eine enge, für die Klinik brauchbare Beziehung bestünde, dann müßte der Quotient Herzvolumen/Herzfläche für die Herzen aller Untersuchten gleich oder doch annähernd gleich sein; bei einer graphischen Darstellung wäre dann zu erwarten, daß die einzelnen Werte sehr eng um die Mittelwertsgerade lägen. Die Tab. 9 und die graphische Darstellung auf Abb. 1 zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen. Sie enttäuschen bereits auf den ersten Blick das Anliegen des Klinikers: bei einem Mittelwert von 5,08 für den Quotienten von Herzvolumen/Herzfläche ist eine Schwankungsbreite von 3,04 bis 7,12 festzustellen; die Streuung der Einzelwerte ist zu groß, als daß eine verlässliche Aussage über die Herzgröße auf Grund der üblichen Thoraxaufnahme gemacht werden könnte.

Drei Beispiele sollen das Gefundene anschaulich machen:

1. (5. Untersuchter) Das Sagittalbild ergibt eine Herzfläche von $161,24 \text{ cm}^2$; durch Multiplikation mit dem Mittelwert von 5,08 wird ein Herzvolumen von 820 cm^3 errechnet; es ist indessen nur 585 cm^3 groß; der Fehler beträgt $+40\%$.

2. (13. Untersuchter) Eine im Sagittaltbild 209,31 cm² große Herzfläche läßt ein Herzvolumen von 1006 cm³ errechnen; das wahre Herzvolumen aber ist 1526 cm³ groß, d. h. der Fehler beträgt -69,6%.

3. Angenommen, auf einem Sagittaltbild wird eine Herzfläche von 180 cm² gemessen, dann läßt die graphische Darstellung der Abb. 1, in der diese Annahme eingetragen ist, auf ein Herzvolumen von 920 cm³ schließen; die Streubreite ist jedoch so groß, daß dieses Herzvolumen 545 cm³, aber auch 1280 cm³ betragen könnte.

Insbesondere nimmt bei den krankhaft vergrößerten Herzen der Tiefendurchmesser des Herzens stärker zu als die Herzfläche des Sagittaltbildes (6 Herzvolumina von Kranken liegen auf der graphischen Darstellung rechts der Mittelwertsgrenze, nur zwei links); auch scheint die Streubreite für das Verhältnis Herzvolumen/Herzfläche bei den kranken Herzen größer zu sein als bei den gesunden.

D. Herzvolumen im Liegen und im Stehen

Das zweite Anliegen des Klinikers, die Volumenbestimmung des Herzens insofern zu vereinfachen, als vielleicht eine die übliche Thoraxaufnahme ergänzende Queraufnahme genügend Informationen über die Herzgröße vermitteln könnte, hat zu einer schon von anderen Autoren vorgenommenen Untersuchung über die Herzgröße bei stehenden und liegenden Patienten [MORITZ, DIETLEN, SCHLOMKA und DAUM, MUSSHOFF und REINDELL (1956), NYLIN, HAMMER, ZDANSKY, LILJESTRAND u. Mitarb.] Anlaß gegeben. Ergänzend zu diesen vergleichenden Untersuchungen wurde gefragt, ob nicht vielleicht die Größe des absoluten Herzvolumens oder (und) die Körperoberfläche oder (und) die Pulsfrequenz Zusammenhänge zwischen der Herzgröße im Liegen und im Stehen aufdecken könnte. Einige Mühe bliebe dann erspart und auch ein erheblicher Aufwand an Apparaturen, Zeit und Belästigung des Patienten; die Herzvolumenbestimmung würde auf jeden Fall sofort Eingang in jede Klinik finden.

Tab. 10. Die Mittelwerte der Volumenunterschiede im Liegen und Stehen und die jeweils kleinste und größte Volumendifferenz in cm³ bei 23 gesunden Männern und 17 Frauen, bei 12 Sportstudenten und 9 Sportstudentinnen und bei 41 Herzkranken.

Gruppe	Anzahl n	Herzvolumen Liegen minus Herzvolumen Stehen Mittelwerte cm ³	Herzvolumen Liegen minus Herzvolumen Stehen	
			kleinste Abweichung cm ³	größte Abweichung cm ³
Männer	23	90,4	0	178
Frauen	17	54,0	3	157
Sportstudenten	12	80,0	18	217
Sportstudentinnen	9	52,0	5	140
kombinierte Mitralfehler	3	209,0	162	254
Zustand nach Herzinfarkt	5	106,0	38	181
Operierte Mitralklappen	4	127,0	30	215
Zustand n. Vorhofseptumdefekt	4	116,0	68	129
Cor pulmonale	5	150,0	-17	358
Alterserkrankung d. Herzens	9	152,0	21	358
Hypertonie	11	113,0	-11	285

Die Tab. 10 zeigt die Größendifferenzen der Herzvolumina im Liegen und im Stehen bei 102 Untersuchten. In allen 11 Untersuchungsgruppen war das mittlere Herzvolumen im Stehen kleiner als im Liegen. Nur bei 5 Patienten

waren die Werte im Liegen und Stehen fast gleich. Die Volumenverluste im Stehen sind bei Männern stärker ausgeprägt als bei Frauen und bei Kranken – zu unserer Überraschung – größer als bei Gesunden. Auffällig ist die große Schwankungsbreite der Herzvolumendifferenz im Liegen und Stehen innerhalb der einzelnen Gruppen, als auch im Gesamtkollektiv. Bei Gesunden sind Volumenverluste bis 217 cm^3 möglich, bei Kranken bis zu 358 cm^3 ; bei einer Herzgröße von 900 cm^3 würde das Herz im ersten Falle um 24% , im zweiten Falle um fast 40% zu klein bestimmt werden.

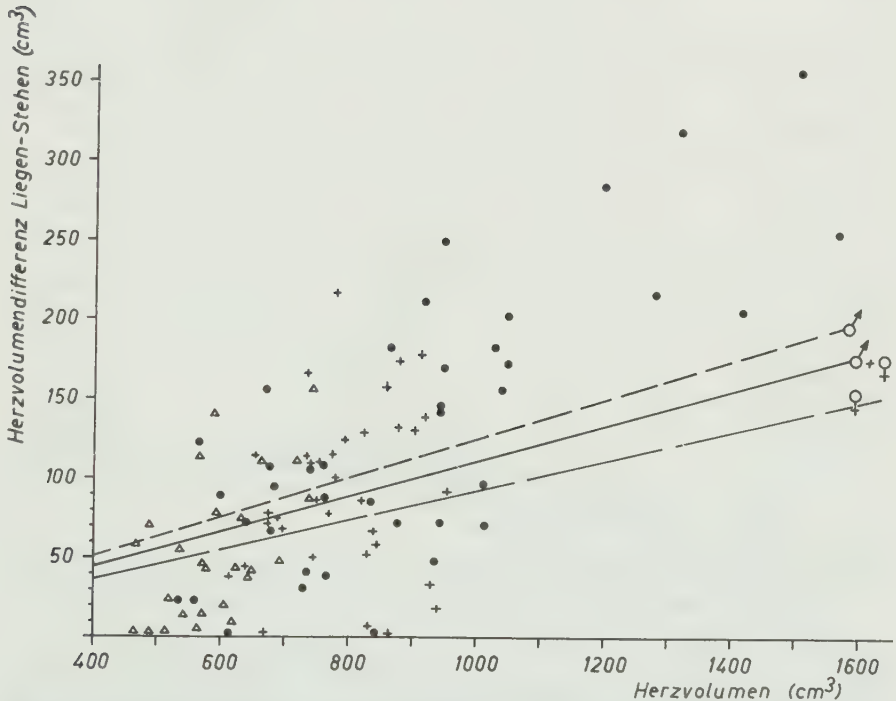


Abb. 2. Die Beziehung zwischen der Herzvolumendifferenz im Liegen und im Stehen (in cm^3 , Ordinate) und dem absoluten Herzvolumen (in cm^3 , Abszisse) bei 61 gesunden Männern (+) und Frauen (Δ) und bei 41 Herzkranken ($\bullet$). Eingezeichnet sind die Regressionsgeraden für die Werte bei gesunden Männern (---), bei gesunden Frauen (— — —) und für gesunde Männer und Frauen (——) zusammen.

Bei jedem einzelnen Untersuchten wurde gewissenhaft danach gesucht, ob die Größenänderung vielleicht auf Grund der *Anamnese* abzuschätzen wäre. Mitnichten: Fragen nach der Neigung zu orthostatischen Reaktionen, nach längerer Bettruhe, nach schlaffen Bauchdecken, nach Varizen, Hämorrhoiden u. a. m., erbrachten keine Zusammenhänge; die Anamnese war nicht zu verwerten.

Vielleicht aber besteht eine Beziehung zwischen der Größe des absoluten Herzvolumens und dem Volumenverlust im Stehen (etwa derart, daß mit größerem Herzvolumen im Liegen auch der *Volumenverlust im Stehen* größer würde), oder eine Beziehung zur *Körperoberfläche* (derart, daß mit größerer Körperoberfläche auch das Herzvolumen im Stehen abnähme), oder vielleicht ist die *Pulsfrequenz* (Frequenzdifferenz Liegen/Stehen) ein Maßstab für die Größe des

Herzens (insofern eine hohe Pulsfrequenz einem kleinen Herzen und eine niedrige Pulsfrequenz einem größeren Herzen verbunden ist). Das ist jedenfalls zu erwarten, wenn auch nicht bei Kranken, so doch vielleicht bei den Gesunden.

Die graphischen Darstellungen der Abb. 2 bis 4 machen das Ergebnis dieser Untersuchungen anschaulich. Auf den Ordinaten ist jeweils der Volumenverlust eingetragen, auf den Abszissen das absolute Herzvolumen (Abb. 2), die Körperoberfläche in m^2 (Abb. 3), die Pulsdifferenz (Pulsfrequenz im Stehen minus Pulsfrequenz im Liegen) (Abb. 4). Die Werte für gesunde Männer, für

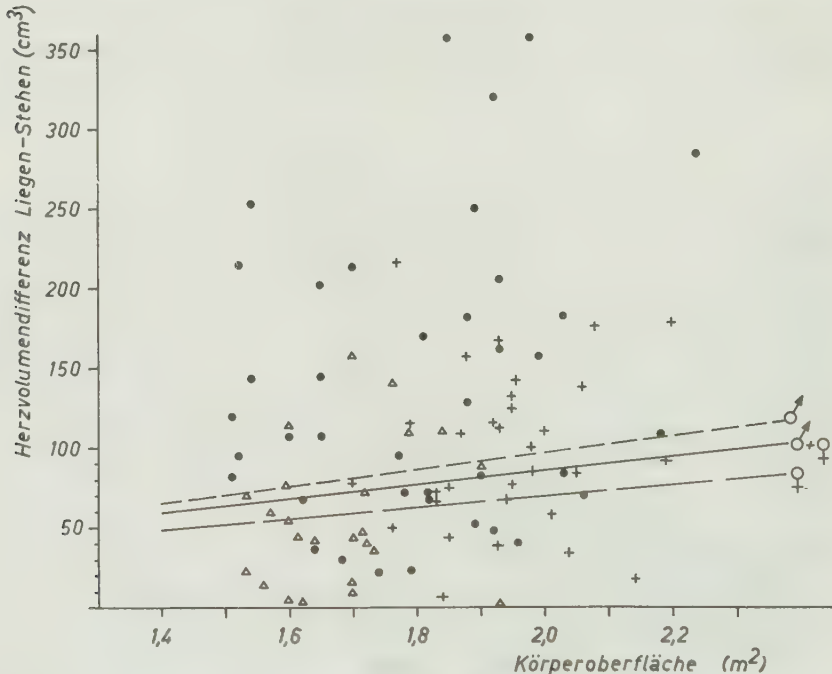


Abb. 3. Die Beziehung zwischen der Volumendifferenz im Liegen und im Stehen (in cm^3 , Ordinate) und der Körperoberfläche (in m^2 , Abszisse), bezogen auf die Regressionsgerade für die Werte von gesunden Männern (---), von gesunden Frauen (—) und von gesunden Männern und Frauen (.....). + = gesunde Männer, Δ = gesunde Frauen, $\bullet$ = herzkrankte Männer und Frauen.

gesunde Frauen und für Herzkrankte sind eigens gekennzeichnet; die Regressionsgerade für gesunde Männer, für gesunde Frauen und für gesunde Männer und Frauen zusammen wurde eingezeichnet.

Die Kurven zeigen tatsächlich eine Zunahme der Herzgrößendifferenz des gleichen Untersuchten im Stehen und im Liegen sowohl bei größeren Herzvolumina als auch bei größerer Körperoberfläche und bei größerer Pulsdifferenz. Die positiven Korrelationen gelten aber, wie vermutet, nur für Herzgesunde und scheinen für die Größe des Herzvolumens enger zu sein als für die Körperoberfläche und die Pulsdifferenz. Und doch finden sich im Einzelfall sehr große Abweichungen von der Regressionsgeraden. Die Schwankungen der einzelnen Meßwerte sind bei den Herzkranken so groß, daß sich überhaupt keine Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen.

Auch vom *Alter* ist der Grad der Herzverkleinerung im Stehen unabhängig: in gleicher Häufigkeit wurden bei jungen wie bei älteren Menschen große Volumenverluste im Stehen gegenüber dem Liegen festgestellt.

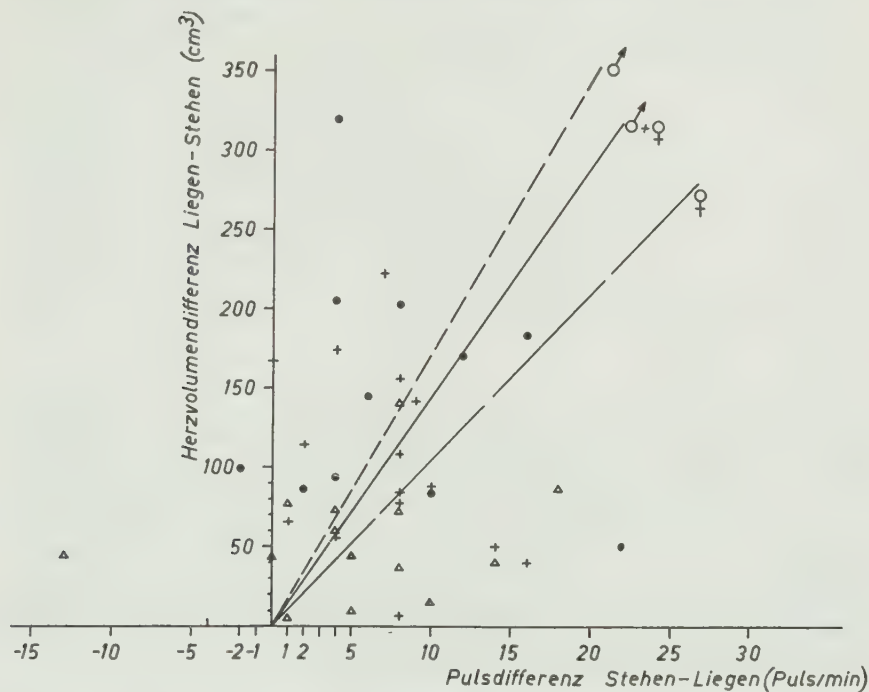


Abb. 4. Die Beziehung der Herzvolumendifferenz im Liegen und Stehen (in cm^3 , Ordinate) und der Pulsdifferenz im Liegen und Stehen (in Pulszahl/min, Abszisse), bezogen auf die Regressionsgerade für die Werte bei gesunden Männern (+), bei gesunden Frauen (Δ), sowie für gesunde Männer und Frauen ($\bullet$).

Wenn aber im einzelnen Falle der Grad der Herzverkleinerung im Stehen nicht absehbar ist, dann stellt sich die Frage, ob vielleicht *bei den Herzkranken* der Volumenbestimmung im Stehen eine Bedeutung zukomme. Es wurden daher bei 36 herzkranken Männern und Frauen, die im Liegen eine eindeutige Herzvergrößerung hatten (mit Werten für das Herzvolumen, die über der 2 σ -Streuung des Normalen lagen), die Prozentzahlen für das absolute Herzvolumen, für die Relation Herzvolumen/Körpergewicht und Herzvolumen/Körperoberfläche untersucht.

Die Tab. 11 zeigt im Gesamtkollektiv eine aufsteigende Ergiebigkeit der Werte in der Reihenfolge: absolutes Herzvolumen (a), Relation Herzvolumen/Körpergewicht (b) und Herzvolumen/Körperoberfläche (c). Die Tab. 11 offenbart aber vor allem die den Kliniker wiederum enttäuschende Tatsache, daß die Feststellung eines vergrößerten Herzens bei den einzelnen Methoden im Liegen um das Doppelte oder gar Dreifache ergiebiger ist als im Stehen und daß die Herzvergrößerung im Stehen nur in kaum der Hälfte der Fälle (44,4%) als solche überhaupt auszumachen ist. Mit anderen Worten: die Herzvolumenbestimmung im Stehen eignet sich im gegebenen Falle nicht, um zu klären, ob ein Herz noch normal groß oder schon vergrößert ist.

Tab. 11. Bei 26 herzkranken Männern und 10 herzkranken Frauen wurde im Liegen und im Stehen die Herzgröße bestimmt. Die Prozentzahlen bedeuten den prozentualen Anteil jener Kranken, deren Herzgröße die obere Grenze der Streubreite überschritten hatte. Die Untersuchungen des absoluten Herzvolumens, des Quotienten Herzvolumen/Körpergewicht und Herzvolumen/Körperoberfläche, jeweils im Liegen und Stehen bestimmt, werden im Hinblick auf ihren Wert für die Feststellung einer krankhaften Vergrößerung des Herzens miteinander verglichen.

	Anzahl <i>n</i>	absolutes Herzvolumen		Herzvolumen/ Körpergewicht		Herzvolumen/ Körperoberfläche		Zahl der diagn. Herzvergröße- rung insgesamt	
		lie- gend	ste- hend	lie- gend	ste- hend	lie- gend	ste- hend	lie- gend	ste- hend
Männer	26	73 %	26,9%	84,5%	42,3%	84,5%	42,3%	100%	50 %
Frauen	10	50 %	20 %	60 %	30 %	100 %	30 %	100%	30 %
Männer und Frauen	36	66,6%	25 %	78 %	39 %	89 %	39 %	100%	44,4%
		a		b		c			

Der Herzvolumenbestimmung im Stehen bleibt nach eigenen Beobachtungen nur die *Verlaufsbeobachtung*. Diese ermöglicht in der Tat eine Abschätzung des Grades der Größenänderung und läßt auf diese Weise ein Urteil über das Ausmaß und die Richtung einer Entwicklung zum Besseren oder Schlechteren zu. Diese Verlaufsbeobachtung erlaubt auch die Beurteilung der Herzgröße im Sagittalbild, wenngleich die unterschiedlichen Zahlen für die Veränderungen der Schattenfläche wesentlich kleiner sind als die für die Volumenänderung, nicht allein, weil die Volumenberechnung eine um eine Potenz höhere Zahl ergibt, sondern auch, weil die pathologische Vergrößerung des Herzens sich im Verhältnis stärker nach hinten ausdehnt als nach den Seiten.

Diskussion

Die Beurteilung der Herzgröße erfolgt in der Klinik auf Grund der üblichen Thoraxaufnahme; das ist jedenfalls in der Regel so. Der Kliniker meint, mit Hilfe der Thoraxübersichtsaufnahme in den meisten Fällen genügende Informationen über die Herzgröße zu erhalten; das Schattenbild des Herzens im Sagittalbild läßt ihn zumindest abschätzen, ob das Herz in seiner Größe auffällig ist oder nicht. Während der Arzt dieses Urteil zu gewinnen sucht, beobachtet er aber auch die Form der Herzgefäßfigur und die übrigen im Thoraxbild sichtbaren Kreislauforgane: vor allem die Lungengefäßzeichnung und den Kavaschatten mit dem Schatten des Azygosbogens. In Zweifelsfällen aber sind die Informationen der üblichen Thoraxaufnahme unzureichend. Nur die Herzvolumenbestimmung bringt brauchbare Ergebnisse.

Es erhebt sich sogleich die Frage, ob die *Größe der Herzfläche auf der üblichen Thoraxaufnahme* in einer positiven Korrelation zum Herzvolumen stehe, so daß von der Größe der Herzfläche auf die Größe des Herzvolumens geschlossen werden könne und damit alle jene Beziehungen Gültigkeit hätten, die auch für das Herzvolumen gelten. Eine solche Korrelation ist von zahlreichen Untersuchern in Zweifel gezogen worden (ASSMANN, ROHRER, KAHSTORF, LUDWIG, BUFFONI und BELOTTI, ZDANSKY, THURN, LILJESTRAND u. Mitarb., BRAUN, MUSSHOF und REINDELL 1958) und sie war auch in dieser Untersuchungsreihe

nicht zu finden (Abb. 1): bei einem Mittelwert für das Verhältnis Herzvolumen zu Herzfläche von 5,08 betrug die Schwankungsbreite 3,04 bis 7,12; die Streuung der einzelnen Werte ist für eine Abschätzung des Herzvolumens aus der Herzfläche des üblichen Thoraxbildes zu groß. Auf Grund des Sagittalbildes wird ein krankhaft vergrößertes Herz in seiner Größe gewöhnlich unterschätzt, ein gesundes Herz bei engem sagittalen Thoraxdurchmesser in seiner Größe zumeist überschätzt.

Wenn sich aber das Sagittalbild als untauglich erwiesen hat, dann ist vielleicht die leicht anwendbare *Herzvolumenbestimmung bei stehendem Untersuchten* geeignet, eine genügende Information über die Herzgröße zu erbringen. Das ist eine berechtigte Hoffnung des Klinikers. HAMMER, SCHLOMKA und DAUM, MUSSHOF und REINDELL (1956/57) haben nachgewiesen, daß nur die Volumenbestimmung im Liegen zur Beurteilung der Herzgröße verläßlich ist. Dieses Ergebnis konnte bestätigt werden. In keiner Untersuchungsgruppe, bei Gesunden und Kranken, bei Männern und Frauen und bei Kranken mit verschiedenen Herzerkrankungen, ist eine Abhängigkeit zwischen der Größe des Herzvolumens im Liegen und im Stehen zu finden. Immerhin war eine gewisse Abhängigkeit des Volumenverlustes im Stehen von der Größe des Herzvolumens, von der Größe der Körperoberfläche und von dem Unterschied der Pulsfrequenz im Liegen und im Stehen festzustellen, insofern die Volumendifferenz im Liegen und Stehen mit diesen Größen zunimmt. Für den einzelnen Fall aber hat diese ganz und gar nicht enge Korrelation keine sonderliche Bedeutung, denn die Schwankungsbreite um die Normalwerte ist viel zu groß.

Es bleibt daher die *Herzvolumenbestimmung im Liegen* mit ihrem verhältnismäßig großen Aufwand an Geräten, an Material, an Zeit und an einiger Belästigung für den Patienten als die einzige Möglichkeit, sich von der Herzgröße ein wahres Bild zu machen. Der gewonnene Wert ist nach einem Nomogramm für die Normalwerte (vgl. Tab. 2) zu beurteilen. Wenn eine Ergänzung und, wie gezeigt worden ist, eine berechtigte Ergänzung der bisherigen Aufnahmebedingungen zur geometrischen Herzvolumenbestimmung vorgeschlagen wurde, dann mußten auch die Normalwerte neu errechnet werden. Sie liegen etwas höher als die bisher gefundenen. Auch BRAUN, der mit der geringsten Fehlerbreite gemessen hatte, gewann größere Normalwerte als die anderen Untersucher (ROHRER, KAHLSTORF, LUDWIG, LILJESTRAND u. Mitarb., KJELLBERG u. Mitarb. MAUREA, u. Mitarb., MUSSHOF u. Mitarb. 1958, REINDELL u. Mitarb. 1967).

Ergiebiger als das *absolute Herzvolumen* und sein Vergleich mit den dem Alter, dem Geschlecht und dem körperlichen Leistungsstand entsprechenden Normalwerten ist für die Beurteilung der Herzgröße die *Korrelation von absolutem Herzvolumen mit dem Körpergewicht und mit der Körperoberfläche der Untersuchten*. Am ergiebigsten aber ist der sogenannte „*Herzleistungsindex*“, d. h. das Verhältnis von Herzgröße und maximalem Sauerstoffpuls. Diese Verhältniszahl erlaubt die beste Beurteilung der Herzgröße. Eine spürbare Erleichterung an apparativem und zeitlichem Aufwand und für den Patienten einen hoher Grad an Ersparnis von lästigen Untersuchungen bringt die O_2 -Bestimmung nach einem Nomogramm, wie es REINDELL u. Mitarb. (1967) für die O_2 -Aufnahme bei den verschiedenen Belastungsstufen für Männer und Frauen der einzelnen Altersstufen geschaffen haben.

Wenngleich der dem Nomogramm entnommene Wert für die O_2 -Aufnahme bei Kranken in keiner so engen Korrelation zu den tatsächlich gewonnenen

Werten steht (vgl. bei REINDELL u. Mitarb. 1967), so haben doch eigene Messungen und auch die Untersuchungen von KÖNIG u. Mitarb. ergeben, daß bei der Mehrzahl der Kranken die O_2 -Aufnahme ähnlich groß oder nur wenig geringer war als der im Nomogramm gefundene Wert.

Dem Arzt, der auf das Sagittalbild vertraut, bleibt allein der Trost, daß dieses Bild bei einer *Verlaufsbeobachtung* durchaus geeignet ist, eine Größenänderung des Herzens richtig abzuschätzen und zu ermessen, in welche Richtung die Entwicklung geht. Er wird, nicht anders als jener, der die Herzvolumenbestimmung zur Verfügung hat, auf einen Blick zur Lungengefäßzeichnung, zum Interlobärspalt und zum Kavashatten hin nicht verzichten, um das Ausmaß einer Dekompensation des Herzens und die Besserung des Zustandes richtig einschätzen zu können.

Zusammenfassung

1. Mit Hilfe von Ergänzungen zur üblichen geometrischen Herzvolumenbestimmung wurde bei 81 gesunden Männern und Frauen und unter ihnen bei Sportstudenten und -studentinnen die *Normgröße des gesunden Herzens* ermittelt; sie liegt etwas höher als die von den meisten früheren Untersuchern gefundene.
2. Die Korrelation des absoluten Herzvolumens zum Körpergewicht, zur Körperoberfläche und zum maximalen Sauerstoffpuls wurde bei Herzgesunden untersucht.
3. Bei Herzkranken ergab die Korrelation des absoluten Herzvolumens zum Körpergewicht, zur Körperoberfläche und zum maximalen Sauerstoffpuls für den „Herzleistungsquotienten“ (= Herzvolumen/max. O_2 -Puls) die entschieden beste „Treffer-sicherheit“, eine krankhafte Herzvergrößerung zu ermitteln.
4. Die Beziehung zwischen dem Herzvolumen und der *Fläche des Herzschat-tens* im Sagittalbild ist so wechselvoll, daß von der Größe des Herzschat-tens wohl auf das Herzvolumen geschlossen, zu diesem aber keine positive Korrelation ermittelt werden kann.
5. Es besteht auch keine positive Korrelation zwischen dem Herzvolumen im Liegen und im Stehen und keine Beziehung zwischen der Größe des Volumenverlustes im Stehen und der Anamnese. Der *Volumenverlust im Stehen* nimmt mit der Größe des Herzens, mit der Größe der Körperoberfläche des Untersuchten und mit der Größe der Pulsdifferenz zwischen Liegen und Stehen zu; im einzelnen Falle aber sind auch diese Beziehungen unzuverlässig.
6. Die sagittale Thoraxaufnahme ist immerhin geeignet, über die Größenänderungen des Herzens bei einer *Verlaufsbeobachtung* genügende Informationen zu geben.

Summary

1. The normal size of the healthy heart was determined in 81 healthy males and females (among them a number of sports-students of either sex) by means of the usual geometrical methods of measuring the heart volume besides new established ways of examination. The normal heart volume achieved by these methods appears slightly above the one, described by the majority of former investigators.
2. The correlation of the heart volume in healthy people to their weight, body surface and maximal O_2 -pulse was examined.
3. In patients suffering from heart diseases this correlation of the heart volume to their weight, the body surface and to the maximal O_2 -pulse (i. e. the „heart efficiency“) was clearly proved to be the best method of detecting a pathological enlargement of the heart.

4. The correlation of the heart volume to the size of the heart shadow in the sagittal view varies to such a degree that indeed it is possible to conclude from the size of the shadow of the heart the heart volume; but there is no clean cut correlation between them.
5. There is no correlation between the heart volume of a patient in supine position and upright position, nor any correlation between the decrease of heart volume in upright position and the history. There is a positive correlation of the decrease of heart volume in upright position with the size of the heart shadow, the body surface area, and the rate of change of pulse frequency in supine and upright position respectively; in the individual case, however even these correlations were unreliable.
6. The sagittal view is however likely to provide sufficient information about changes in the size of the heart if subsequent examinations are taken.

Literatur

ALLERÖDER, H. und C. H. LANDEN, Z. exper. Med. **108**, 406 (1940). — ASSMANN, H., Die klinische Röntgendiagnostik der inneren Erkrankungen (Leipzig 1928). — BJÖRK, G., Acta radiol. (Stockholm) **25**, 372 (1944). — BRAUN, H., Arch. Kreislaufforsch. **32**, 87 (1960). — BUFFONI, L. e E. M. BELOTTI, Min. pediat. (Turin) **8**, 637 (1956). — DIETLEN, H., Herz und Gefäße im Röntgenbild (Leipzig 1923). — HAMMER, G., Fortschr. Röntgenstr. **33**, 1000 (1928). — HOLMGREN, A. and T. STRANDELL, Acta med. Scand. **163**, 149 (1959). — JONSELL, S., Acta radiol. (Stockholm) **20**, 235 (1939). — KAHLSTORF, A., Fortschr. Röntgenstr. **45**, 123 (1932). — KJELLBERG, S. R., U. RUHDE, and T. SJÖSTRAND, Acta radiol. (Stockholm) **31**, 113 (1949). — KLEPZIG, H. und P. FRISCH, Röntgenologische Herzvolumenbestimmung in Klinik und Praxis (Stuttgart 1965). — KÖNIG, K. und H. REINDELL, Z. exper. Med. **141**, 179 (1966). — LARSSON, H. and KJELLBERG, Acta radiol. (Stockholm) **29**, 159 (1948). — LILJESTRAND, G., E. LYSOLM, G. NYLIN, and C. G. ZACHRISSON, Amer. Heart J. **17**, 406 (1939). — LUDWIG, H., Fortschr. Röntgenstr. **59**, 139 (1939). — MAUREA, L., G. NYLIN, and A. SOLLBERGER, Acta cardiol. **10**, 336 (1955). — MEYTHALER, M., H. FICK, W. HAAS und J. SCHMIDT, Arch. Kreislaufforsch. (im Druck). — MORITZ, F., Dtsch. Arch.klin. Med. **82**, 1 (1905). — MORITZ, F., Fortschr. Röntgenstr. **38**, 993 (1928). — MUSSHOFF, K. und H. REINDELL, Dtsch med. Wschr. **81**, 1001 (1956); **82**, 1057 (1957). — NYLIN, G., Acta med. Scand. Suppl. **52**, 1 (1933). — RAUTMANN, H., Die Untersuchung und Bedeutung der röntgenologischen Herzgröße (Darmstadt 1951). — REINDELL, H., K. KÖNIG und H. STEIM, Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. **26**, 321 (Darmstadt 1959). — REINDELL, H., K. MUSSHOFF und H. KLEPZIG, Die Funktionsdiagnostik des Herzens (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958). — REINDELL, H., K. König und H. ROSKAMM, Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens (Stuttgart 1967). — ROHRER, F., Fortschr. Röntgenstr. **24**, 321 (1916). — ROSKAMM, H., H. REINDELL, K. MUSSHOFF und K. KÖNIG, Arch. Kreislaufforsch. **35**, 67 (1961). — SCHLOMKA, G., und H. DAUM, Fortschr. Röntgenstr. **90**, 290 (1959). — ZDANSKY, E., Röntgendiagnostik des Herzens und der großen Gefäße (Wien 1962).

Anschrift der Verfasser:

Dr. M. MEYTHALER u. Mitarb., Medizinische Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg,
852 Erlangen, Östliche Stadtmauerstr. 29.

Lebenslauf

Ich, Manfred Hutzler, wurde am 12. März 1943 in Neumarkt/Opf., als zweites Kind des Verwaltungsamtmannes Andreas Hutzler und dessen Ehefrau Sophie Hutzler, geborene Hofmann, geboren.

Die Volksschule und die Oberrealschule besuchte ich in meinem Geburtsort. Nach der Reifeprüfung im Sommer 1962 nahm ich im Wintersemester 1962/63 an der Universität Erlangen-Nürnberg das Studium der Medizin auf. Im März 1965 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Im zweiten Klinischen Fachsemester studierte ich an der Universität München. Im Sommersemester 1966 setzte ich mein Studium in Erlangen fort. An meiner Dissertation arbeitete ich vom Sommer 1966 bis Herbst 1967.

Am 10. Februar bestand ich das medizinische Staatsexamen an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Manfred Hutzler

